

第18号

2024年12月発行

カタリスト

北海道大学化学反応創成研究拠点(ICReDD)が発行する、化学反応を楽しく学べるニュースポスター

そそそそそ 反応つて...なに?!



そもそも反応って…なに?!

いつも楽しみにお読みいただきありがとうございます。カタリスト18号です。

これまで、色々なトピックスを取り上げてきましたが、そもそも“化学反応ってなにか？”ここで改めて触れてみます。

“反応(Reaction(リアクション))”とは、「反応が良い」、「リアクションが薄い」など変化を表す表現です。では、カタリストで取り上げている反応(“化学反応”)とは何なのか、創刊号「反応を探せ」や2号「あらゆるところにある反応」などで化学反応について学びました。18号では、有機化学反応や有機合成化学について紹介します。

1. 原子・元素・分子・化学反応

“化学反応”とは何かの前に、原子と分子についておさらいします。「原子」は、周期表にあらわされる最小の物質単位です。原子は、原子番号と同じ数の陽子と電子をもっています。また原子の“種類”を表したものが「元素」で、周期表にある元素は「金属元素」と「非金属元素」に分類されます。「分子」は、いくつかの原子が「化学結合」でくっついたものです。「化学結合」には、「共有結合」、「イオン結合」、「金属結合」があります。「共有結合」は、非金属元素が互いに電子(不対電子)を共有し電子対(共有電子対)をつくり、互いの不対電子が余らないように、他の原子と結合します。「イオン結合」は、金属元素と非金属元素の間の結合で、電子を渡して陽性になりやすい金属元素と、電子をもらって陰性になりやすい非金属元素の結合です。「金属結合」は、金属元素のみからなる結合です。化学反応とは、分子間の化学結合を組み換えて新しい分子をつくる過程のことです。

2. 有機化学について

有機化学とは、主に炭素、水素、窒素、酸素、ハロゲンなどが共有結合してできた「分子」を扱う化学です。有機化学の研究者には、いろいろな専門家(通称〇〇屋)がいます。動植物などから、単一の有機分子(天然物という)を取り出し、その分子構造を解析、分子の動きや機能を研究する通称「モトリ屋」、分子構造がわかった有機分子を合成する「ゴウセイ屋」、合成に使う新しい有機化学反応を研究する「ハンノウ屋」などのいろいろな専門家がいます。現在の研究は、有機化学だけに留まらず、無機化学、分析化学、理論化学などの化学に加え、物理学、生物学、薬学、医学、情報科学などと融合して研究が進められています。

ハーバー・ボッシュ法 Haber-Bosch process



1910年
ごろ開発された、鉄触媒により窒素と水素からアンモニアを合成する反応(1918年、1931年ノーベル化学賞受賞)。この反応より大量にアンモニアが合成され、化学肥料が作られた。この化学肥料により小麦など食料が安定して生産され、「空気よりパンを作る方法」といわれた。食糧生産が安定して、世界の人口を爆発的に増加させた。

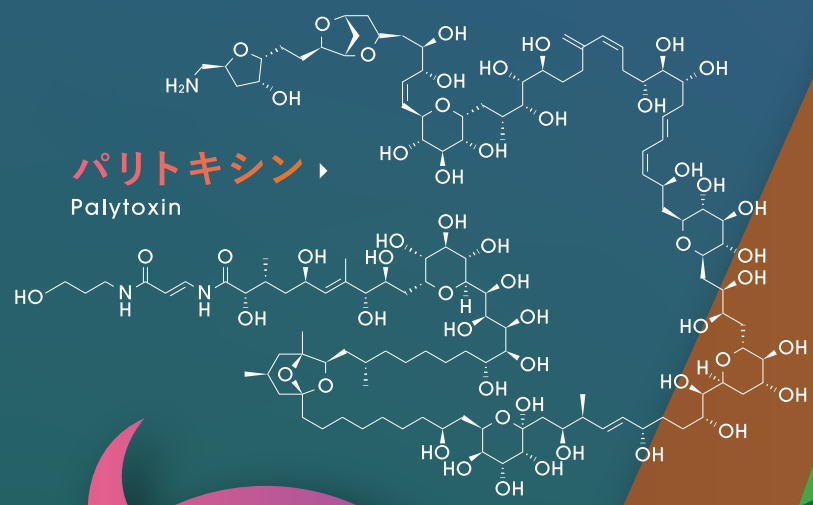
ゴウセイ屋

いろいろな化学反応を駆使して有機分子を合成する

ノバルティス社(スイス)が開発した高血圧治療薬。その合成に鈴木・宮浦カップリング反応(2010年ノーベル化学賞受賞)が使われたことでも有名。2010年ごろ世界で最も使われていた高血圧治療薬で、売上高5000億円を超え、約2200万人が使用した。



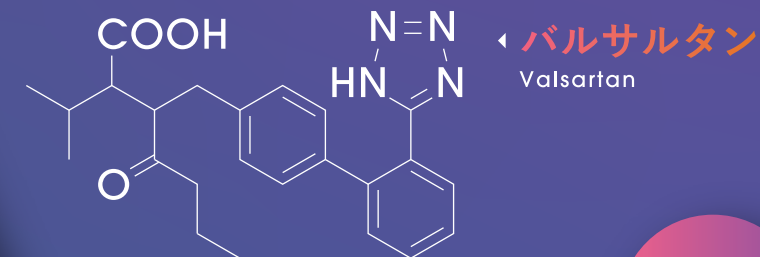
2



ハワイのスナギンチャクから発見された強力毒素。巨大で複雑な分子構造が世界中の化学者の注目を集めた。1994年にハーバード大の岸教授によって全合成が達成された。この時、合成の鍵となる部分に鈴木・宮浦カップリング反応が使用され、その名を一躍有名にした。

モトリ屋

天然から有機分子を取り出し、分子構造、分子の動きを研究する



4



タイハイヨウイチイの樹皮より単離された天然物。1971年に構造決定されたパクリタキセルは、1994年から30年にわたり研究され11グループにより34~60反応で合成された。顕著な抗腫瘍活性を示し、乳がん、卵巣がんや肺がんなどの治療薬として、広く抗がん剤として利用されている。

3

ハンノウ屋

合成に使う新しい有機化学反応を研究する



3. 有機化学反応(有機合成化学)

有機化学反応とは、有機分子を変化させることです。有機分子内の化学結合が切れたり、新たな化学結合ができたりして、分子が組み変わります。この時の最も大事なルールは、「化学反応の前後で、原子の数が変わらない」というルールです。有機分子を合成する化学「有機合成化学」は、モノづくりの基本です。これまで人類が必要とするさまざまな分子を合成してきました。天然物、医薬品、農薬、プラスチックやゴム、セルロース、タンパク質、遺伝子などの高分子、油脂、界面活性剤、液晶、有機EL、有機太陽電池などの有機材料など、あらゆる分子がターゲットになります。有機合成化学は芸術とも言われ、複雑な分子を合成するには、化学の知識とともに、高い創造性が必要とされます。

4. 有機合成化学の実例

全合成は有機合成の中でも、いろいろな有機化学反応を組み合わせる複雑な有機分子(天然物)を作る化学です。パリトキシン(C₁₂₉H₂₂₃N₃O₅₄ 分子量2680)やパクリタキセル(C₄₇H₅₁NO₁₄ 分子量854)など天然物は、動植物からごく僅かしか採れないため、研究に使用するためにその化学合成は、非常に重要です。まず、天然から成分を取り出し、いろいろな分析機器から得られる情報を組み合わせて、その分子構造を解明します。分子構造がわかると、つぎに、目的の有機分子を小さな有機分子から、有機化学反応を駆使して組み立てる方法を計画します。そして、最終的に目的の有機分子を実際に合成します。今までにない分子のくっつけ方や切り方などの有機化学反応開発と、シミュレーションやAIなどの最新の技術の融合により、限られた資源の有効活用や廃棄物の再利用など環境に配慮した「ものづくり」が必要とされています。

CHALLENGE!

カタリストを読んで
チャレンジしてみよう!

クイズに チャレンジ

有機分子の構造がわかると、_____を使って合成できます。

A 接着剤

B 3Dプリンター

C 有機化学反応

D 顕微鏡



クイズの答えはInstagramのハイライトで公開しています。ぜひチャレンジしてみてください。 #ReactWithUs

@ICReDDconnect



研究者紹介

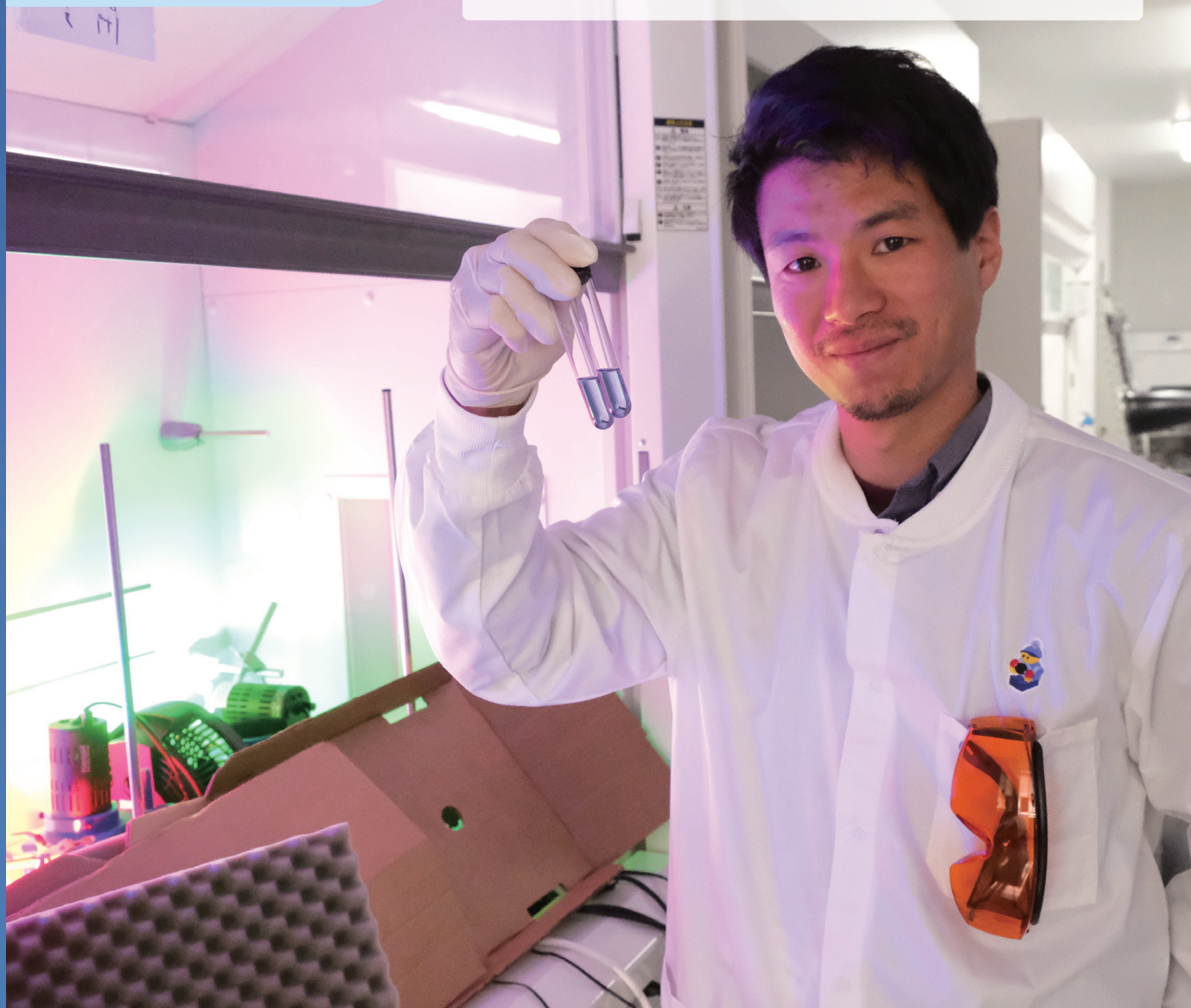
vol.18

デニス チュンヤン・ファン

Dennis Chung-Yang Huang

略歴

台湾生まれ、高校卒業まで台湾で過ごした後に渡米。2010年マサチューセッツ工科大学卒業、2015年プリンストン大学にてA. ドイル教授の指導のもとPh. D.を取得。2018年までフンボルト大学ベルリンにてS. ヘクト教授のもとで博士研究員、その後台湾へ戻り兵役に就いた後、サイノファーム台湾社にて企業研究者として勤務。2021年11月、北海道大学ICReDDにて准教授およびジュニアPIとして独立したキャリアをスタート、自身のラボを主宰する。



ファングループは、面白い特性を持つ分子構造をつくるため、特に光および金属触媒を活用した新たな化学反応開発を行っています。また、計算科学とデータサイエンスのアプローチを取り入れることで、反応開発の加速と、より深いメカニズム的洞察を得るための取り組みも行っていきます。

代表的な論文

ACS Catal. 2024, 14, 17547–17555.

J. Am. Chem. Soc. 2024, 146, 21367–21376.

Chem. Sci. 2023, 14, 2482–2488.

◎新たに着任した研究者



大城 泰平

研究テーマ

計算化学における
組合せ最適化・数理工学



ジーン・ジュロン(江 居 竜)

研究テーマ

AFIR法に基づく
メカノケミカル反応



ジャン・ピンユー(姜 平宇)

研究テーマ

発光性アンフィ
ダイナミック結晶

ニュース

ICReDD News

December 2024



◎代表的な論文 (2024年9月から2024年11月まで)

「すべすべ」な分子の立体選択的切断反応にはじめて成功 ～不斉有機触媒によるカルボニウムイオンの制御～
(ラウト・ラヴィンドラ・クルシュナジ、前田 理、辻 信弥、リスト・ベンジャミン)

<https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/research/12556>

コバルト触媒を用いて多様な低分子骨格の構築を実現 (美多 剛、前田 理)

<https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/research/12543>

写真を使った画像機械学習によりペロブスカイト酸水素化物のヒドリド含有量制御および高精度予測を達成
(井手 雄紀、瀧川 一学、猪熊 泰英)

<https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/research/12600>

選択的脱フッ素水素化反応における水素原子移動試薬としてのN-ヘテロ環状カルベンボランの機構解明
(ジャイスワール・アミット・クマール、前田 理、デニス チュンヤン・ファン)

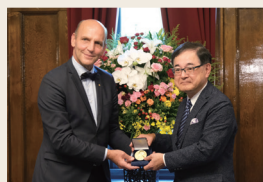
<https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/research/12665>

分子を微分!? 数学の力で新触媒創出 ～新たな触媒開発指針を提案～ (松岡 和、大城 泰平、原淵 祐、岩田 覚、前田 理)

<https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/research/12645>

◎イベント

- ・ノーベル賞メダルレプリカ寄贈式(8/28)
- ・第2回リストプラットフォームシンポジウム(8/29)
- ・第4回鈴木章賞授賞式 & 第8回ICReDD国際シンポジウム+ライジングスタープログラム(10/22-24)
- ・第13回WPIサイエンスシンポジウム「サイエンスを通じて広がる世界」(11/16)



ノーベル賞メダルレプリカ寄贈式



第4回鈴木章賞授賞式 & 第8回ICReDD国際シンポジウム+ライジングスタープログラム

◎来訪

- ・駐日フランス大使館 Adeline Lassaux 科学技術担当官ら(9/18)
- ・栗辻 康博分析官、文部科学省科学技術・学術政策局(10/10)
- ・福島国際研究教育機構(F-REI: エフレイ) 施設チーム(11/28)



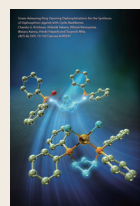
駐日フランス大使館 Adeline Lassaux 科学技術担当官ら

◎アウトリーチ

- ・マンスリーニュースポストカード
- ・クォーターリーニュースポスター
カタリスト第17号
- ・MANABIYAパンフレット

◎受賞

- ・2024年度「Chemist Award
BCA」(久保田)



マンスリー
ニュースポストカード



カタリスト
第17号

ICReDDについて



新しい化学反応の開発は、人類の繁栄や環境問題と密接に関わっています。その代表的な例は、2010年にノーベル化学賞を受賞したクロスカップリング反応です。この反応は医薬品の約20%、液晶や有機EL材料のほぼ全ての生産に利用されており、年間約60兆円規模の産業に関わっています。これは、新しい化学反応の開発が社会にいかにか大きな影響をもたらすかを示すわかりやすい例です。北海道大学に設置された化学反応創成研究拠点(ICReDD)は、その名の通り化学反応開発を専門とする、WPIの拠点です。化学反応を自在に設計することを目標に、異なる分野の研究者がそれぞれの強みを活かし、協力し合いながら分野融合型の研究を行っていることが大きな特徴の1つです。化学反応の自在設計には、あらゆる段階における横断的な異分野連携が必要となりますが、この新たな融合研究を推進するために誕生したのがICReDDです。化学反応という自然界の基本的なプロセスを研究するためには、量子化学計算、情報技術、最新の実験技術、先端材料の開発など分野ごとに分かれて研究するのではなく、真に融合された新たな研究技術が必要不可欠なのです。

11/16(土)に第13回WPIサイエンスシンポジウムが京都大学で開催されました。WPIサイエンスシンポジウムは日本全国18のWPI拠点が一堂に会し、WPI研究の最先端の紹介と、主に高校生へ向けてサイエンスの魅力を伝えるためのイベントです。今年度は、午前の部のサイエンストークでWPI拠点の研究者らが講演を行い、午後の部は全国から応募した高校生と、WPIの研究者が同じフロアでポスター発表を行い、相互に交流をしました。④ICReDDの松岡 和助教によるAFIR法の紹介 ⑤ICReDDブースでは「カタリスト」やICReDDグッズをお配りしました。

カタリストとは

「カタリスト」とは触媒のことです。化学で使用される触媒とは、反応をより速く起こさせるために使われます(例:分子を結合させる、反応の障壁を減らす、分子を活性化させる、など)。このポスターを通して、読者の方が日常に無数に存在する化学反応と私たちの生活を結び付け、化学反応や化学といったものが私たちの世界と実際にはどのように関わっているのかを、新しい視点で気づくためのお手伝いができればと考えています。そして、「カタリスト」で私たちのことをもっと知ってもらい、読者の皆さんと私たちの間に新たな関係(化学反応)を築ききっかけ(触媒)を提供できればと思っています。#ReactWithUs

React With Us!

最新情報を入手するには、
ICReDDのSNSをフォローしてください。
@ICReDDconnect



カタリスト 第18号 2024年12月発行

発行所
北海道大学 化学反応創成研究拠点 (WPI-ICReDD/アイクレッド)
〒001-0021 北海道札幌市北区北21条西10丁目

☎ 011-706-9646 (広報担当)
✉ public_relations@icredd.hokudai.ac.jp
WEB <https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/>

